

# Terapija negativnim tlakom – potporna metoda liječenja kronične rane

DUBRAVKO HULJEV

*Klinička bolnica „Sveti Duh“, Klinika za kirurgiju, Centar za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju, Zagreb, Hrvatska*

Terapija negativnim tlakom je potporna metoda liječenja kroničnih rana. Pozitivni rezultati primjene terapije dokazani su u obliku pojačane angiogeneze i poboljšanja protoka krvi u rani, smanjenju edema, regulaciji vlažnosti rane odvođenjem suviška eksudata, stimulaciji stvaranja granulacijskog tkiva i retrakciji rane. Također je smanjen broj bakterija u rani kao i količina štetnih produkata (egzo- i endotoksina, citokina i matrične metaloproteinaze). Vrijeme cijeljenja kroničnih rana je ubrzano u komparaciji s ostalim konzervativnim metodama liječenja.

**KLJUČNE RIJEČI:** terapija negativnim tlakom, kronične rane

**ADRESA ZA DOPISIVANJE:** Doc. dr. sc. Dubravko Huljev, prim., dr. med.  
Centar za plastičnu kirurgiju  
Klinika za kirurgiju  
Klinička bolnica „Sveti Duh“  
Sveti Duh 64  
10000 Zagreb, Hrvatska  
E-pošta: [dhuljev@kbsd.hr](mailto:dhuljev@kbsd.hr)

## UVOD

Klinička aplikacija negativnog tlaka datira unatrag tisuću godina. Prvi put je upotrijebljena kao dodatak akupunkturi u kineskoj medicini, budući da je primijećeno da dovodi do hiperemije (1).

Junod je 1841. god. primijenio metodu pomoću ugrižane staklene čaše koja se postavljala na kožu bolesnika s ciljem „stimulacije cirkulacije“. Hlađenje zraka u čaši dovodilo je do nastanka podtlaka unutar čaše s posljedičnom lokalnom hiperemijom.

Prvi suvremeni počeci primjene terapije negativnim tlakom datiraju od 1993. godine kada su Fleishman i sur. upotrijebili tu vrstu terapije (pomoću bolničkog vakuum) na ranu preko spužve, a u cilju stvaranja granulacijskog tkiva te su uočili da je rana nakon provedene terapije čišća (2). Nakon toga su Morykwas i Argenta učinili seriju studija na životinjama pomoću negativnog tlaka i posebnih poliuretanskih spužava koje su stavljali u ranu (3). Te su spužve, s porama promjera 400-600 µm, bile krucijalni element u uspješnosti terapije.

Danas postoji desetak proizvođača aparata za terapiju negativnim pritiskom. Radi se o posebnom uređaju koji stvara negativni tlak u rani (do -200 mm Hg), i

preko posebnih spužava ili gaza, koje se umeću u ranu i oblikuju prema njoj, posebnim sustavom postiže negativni tlak u rani.

Terapiju u pravilu izvodi jedna osoba, a vrijeme obrade rane, odnosno previjanja, u prosjeku iznosi oko 10-15 minuta. Postupak se ponavlja svakih dva-tri do najviše pet dana. Sam postupak je za bolesnika bezbolan. Može se javiti bol kod promjene materijala u rani, ali ona uglavnom nije jakog intenziteta, i ne zahtijeva posebnu analgeziju.

Postoji nekoliko sinonima koji se koriste za terapiju negativnim tlakom. To su: *Vacuum-assisted closure* - VAC®, *Topical negative pressure* (TNP), *Negative pressure therapy* (NPT) te *Negative pressure wound therapy* (NPWT) koji je danas ustaljeni naziv za terapiju negativnim tlakom.

## DJELOVANJE

Terapija negativnim tlakom ubrzava cijeljenje rane. Djelovanje negativnog tlaka bazira se na lokalnom djelovanju u rani – kontroli upalnih procesa i kontroli infekcije, stvaranju idealnog vlažnog miljea rane i ubrzanju rubne epitelizacije. Točan mehanizam djelovanja

još uvijek nije sa sigurnošću razjašnjen. Smatra se da negativni tlak u rani stvara makro- i mikrodeformacije stanica koje rezultiraju pozitivnim učinkom na cijeljenje rane, a vibracije koje nastaju značajno poboljšavaju kožnu cirkulaciju (4,5).

Terapija negativnim tlakom ima nekoliko različitih učinaka. Studije na životinjama dokazale su da subatmosferski tlak poboljšava lokalno okruženje rane direktnim i indirektnim djelovanjima koja utječu na ubrzanje cijeljenja rane i skraćivanje vremena potrebnog da rana zacijeli.

#### **Direktni učinci:**

- Semipermeabilni materijali koji se stavljaju u ranu (spužve ili gaze) održavaju stabilno vlažno i toplo okruženje u rani te time osiguravaju optimalne uvjete za cijeljenje rane.
- Terapija negativnim tlakom učinkovita je metoda za kontrolu eksudata. Sistem odstranjuje suvišak eksudata i štiti okolno tkivo od maceracije. Kod svake rane u kojoj je problem jaka eksudacija treba se razmotriti uporaba terapije negativnim tlakom.
- Zatvoreni sustav stvara gradijent tlaka između kanistra i rane, što omogućuje evakuaciju tekućeg sadržaja, prvo iz same rane, a potom i iz intersticijalnog prostora, a što u konačnici dovodi do smanjenja okolnog edema. Edem mehanički kompromitira cirkulaciju i limfnu drenažu s posljedičnim smanjenjem dotoka krvi odnosno smanjenjem oksigenacije i nutritivne u području rane, što dovodi do povećanja inhibitornih faktora i povećanog rasta bakterija. Odstranjenje tog edema omogućuje zadovoljavajuću cirkulaciju u rani i limfnu drenažu.
- Otvorene porozne strukture prenose negativni tlak na površinu rane. Rana se deformira (makrodeformacije) i privlače se rubovi rane jedni prema drugima, te se time rana stabilizira i smanjuje njen volumen. Stupanj deformacije tkiva ovisi o strukturi rane i okolnog tkiva.
- Istodobno se događaju i mikrodeformacije u rani. Poznato je da mehanički stres inducira staničnu proliferaciju i diobu stanica. Taj se učinak upotrebljava kod tkivnih ekspandera i produljenja kostiju (4). Dokazano je da kod terapije negativnim tlakom nastaju mikrodeformacije unutar rane, što dovodi do stimulacije proliferacije stanica i ubrzanja cijeljenja rane. Kod kroničnih rana taj mehanizam stimulira angiogenezu i epitelizaciju (6,7).

#### **Indirektni učinci:**

- Poboljšanje protoka krvi u okolini rane i dnu rane – dokazano je da podtlak pospješuje krvni protok,

međutim mora se imati na umu da previsoki podtlak (veći od 175 mm Hg) smanjuje krvni protok i može dovesti do nekroze tkiva (3).

- Smanjenje broja bakterija u rani – mehaničko odstranjenje slobodnih mikroorganizama koji se nalaze u sekretu rane.
- Kontrola infekcije - mikroorganizmi utiliziraju kisik i nutritivne produkte koji su potrebni rani u fazi cijeljenja. Oni također oslobađaju enzime koji uništavaju proteine koji su značajni za cijeljenje rane. Terapija negativnim tlakom značajno smanjuje razinu potencijalno štetnih endotoksina i egzotoksina kontinuiranim odstranjenjem eksudata iz rane. Budući da se radi o zatvorenom sustavu, smanjuje se i mogućnost kontaminacije rane iz okoline.
- Smanjenje upalnog odgovora – dokazano je da dolazi do smanjenja lokalnih i sistemskih (npr. interleukina i monocita) medijatora upale, kao i smanjenja aktivnosti matriks metaloproteinaze (5,8,9)
- Promjena biokemije rane i sistemskog odgovora – mehaničke mikrodeformacije koje se stvaraju u rani mijenjaju lokalno okruženje procesom mehaničko-kemijske transdukcije (konverzija mehaničke stimulacije u kemijsku aktivnost), a dovodi do povećanja broja i rasta fibroblasta, te poboljšanom migracijom stanica. Također je poboljšana organizacija kolagena, kao i povećano lučenje vaskularnog endotelnog faktora rasta (VEGF) te fibroblastnog faktora rasta 2 (FGF-2).
- Poboljšana je priprema dna rane.

#### **INDIKACIJE**

Terapija negativnim tlakom koristi se kao potporno liječenje kako akutnih tako i kroničnih rana. Indikacijsko područje je vrlo široko, te je terapija pronašla široku primjenu kod različitih kliničkih indikacija [akutne inficirane rane (10), akutne ozljede (11-16), dehisijencije kirurške rane (10), kronični venski i arterijski vriedovi (12), dekubitusi (13-17), dijabetičko stopalo, nekrotični fascitisi (18), Fournierove gangrene, defekti trbušne stijenke, kompartment sindrom abdomena (19-22), traumatske rane (11), sternalne rane (20,21), fistule, opekline...]. Također je i idealna „obloga“ kod plastično rekonstruktivnih zahvata kod kojih se transplantira koža, kada se aplicira neposredno nakon kirurškog zahvata tijekom nekoliko dana (22,23).

#### **KONTRAINDIKACIJE**

Apsolutna kontraindikacija su maligne rane i prisustvo nekrotičnog tkiva u rani. Relativne kontraindikacije su eksponirani vaskularni presadak zbog mogućnosti

krvarenja, eksponirane krvne žile, živci i tetive (24). Oprez mora postojati kod *pyoderma gangrenosum* zbog mogućnosti prekomjernog inflamatornog odgovora, kao i kod bolesnika koji su pod terapijom antikoagulansima zbog mogućeg krvarenja.

Terapija negativnim tlakom nije prihvatljiva kod rana kod kojih postoji veća količina nekrotičnog tkiva i es-hara budući da ne samo što ne djeluje na nekrotična tkiva, već može smanjiti učinkovitost autolitičkog debridmana odstranjivanjem potrebnih enzima iz rane. Prema tome, prije terapije negativnim tlakom mora se primarno učiniti adekvatni *debridement*. Također nema indikacije kod rana kod kojih postoji neadekvatna lokalna perfuzija, kod rana kod kojih nije učinjena adekvatna hemostaza, te kod bolesnika koji imaju negativan odnos prema terapiji.

## KOMPLIKACIJE

Terapija negativnim tlakom je općenito sigurna i bolesnici je dobro podnose. Komplikacije će se najvjerojatnije dogoditi kada se terapija aplicira bolesnicima čije rane sadrže nekrotično tkivo ili postoje eksponirane vitalne strukture kao što su npr. krvne žile.

Kod kroničnih rana mogu se spomenuti samo dvije moguće komplikacije. Najozbiljnija, i praktički jedina direktna komplikacija, je krvarenje koje može nastati tijekom terapije, a posljedica je oštećenja stijenke krvne žile spužvom koja naleže na nju. Događa se kada se rana neadekvatno pripremi za terapiju negativnim tlakom, odnosno kada se eksponirana krvna žila ne zaštititi (okolnim tkivom ili semipermeabilnom membranom). Druga komplikacija je infekcija, koja zapravo nije direktna komplikacija terapije negativnim tlakom, budući da infekcija rane već mora postojati i kod samog početka primjene terapije negativnim tlakom, a da bi, ako infekcija nije prije prepoznata i adekvatno tretirana, terapija negativnim tlakom mogla dovesti do daljnje progresije osobito anaerobne infekcije.

## ULOGA TERAPIJE NEGATIVNIM TLAKOM KOD KRONIČNIH RANA

Terapija negativnim tlakom može se primijeniti kod svih kroničnih rana u cilju stvaranja granulacijskog tkiva te poboljšanja i ubrzanja cijeljenja rane. U Centru za plastičnu kirurgiju KB „Sveti Duh“ u Zagrebu koriste se smjernice za uporabu terapije negativnim tlakom. Po tim smjernicama se prevoji, odnosno promjena filera u rani kod terapije negativnim tlakom, rade svaki drugi do treći dan, a nakon 7-10 dana provodi se evaluaciju rane, odnosno kliničkog statusa rane. Ako je klinički status rane takav da se može pristupiti kirurškom

zahvatu (npr. prekrivanje rane kožnim transplantatom) pristupa se operaciji. Ako je vidljivo poboljšanje, ali klinički status još ne zadovoljava, potrebno je nastaviti s terapijom 7-10 dana. Ako i nakon toga razdoblja nema adekvatnog poboljšanja lokalnog kliničkog statusa, potrebna je revalorizacija bolesnika i rane, odnosno ponovno preispitivanje svih čimbenika, promjena terapije, te konzultacije s drugim stručnjacima koji se bave problematikom kroničnih rana (25,26).

Terapiju negativnim tlakom trebalo bi koristiti dok se rana ne poboljša toliko da se može dalje tretirati drugim metodama – kirurško zatvaranje rane, kožni presadak ili potporne obloge. U svakom slučaju, terapija negativnim tlakom dulje od 2 do 3 tjedna nije indicirana, osim ako postoji izrazito sukcesivno poboljšanje lokalnog statusa, te ako postoji mogućnost da se rana zaliječi u kraćem razdoblju (27,28).

## GLOBALNI KONSENZUS O NPWT

Početkom veljače 2010. godine u Hamburgu je održan skup eminentnih svjetskih stručnjaka koji se bave terapijom negativnim tlakom, a na kojem su konsenzusom, temeljem dostupne medicinske stručne literature i iskustva, donijeti zaključci, indikacije kao i preporuke za primjenu terapije negativnim tlakom.

### Tlak

Zaključeno je da nema idealnog tlaka, te da se tlak postavlja temeljem kliničke prosudbe. Preporuča se tlak od 100 do 125 mm Hg kao najbolji za odstranjenje sekreta, te tlak od 40 do 80 mm Hg kao najbolji za kontrakciju rane. Preporučeni tlak za spužve je 125 mm Hg, a za gaze 80 mm Hg.

### Vrste filera

Postoje dvije vrste filera koje se stavljaju u ranu – spužva i gaza. Za spužvu je karakteristično da jače stimulira stvaranje granulacija, izvrsno djeluje na kontrakciju rane, ali se teže postavlja od gaze. Gaza se lakše i brže postavlja, pogotovo kod rana s podminiranim rubovima, lako se odstranjuje uz manje boli i bez ostataka filera u rani. Međutim, nema toliko dobru stimulaciju granulacija kao spužva. Indicirana je tamo gdje se želi bolji kozmetski rezultat i manje stvaranje ožiljaka (npr. u području zglobova), te kod slobodnih kožnih transplantata i pripreme dna rane prije presađivanja.

### Vrsta terapije

Postoje dvije vrste terapije: kontinuirana i intermitentna. Kontinuiranu terapiju karakterizira stalni podtlak u rani, a intermitentnu izmjenjivanje razdoblja aktivnog podtlaka i razdoblja mirovanja. Intermitentna se

terapija može upotrijebiti za sve rane osim za rane s jakim sekrecijom. Ima bolji učinak na cirkulaciju i stvara se više granulacija i dolazi do bržeg cijeljenja. Prednosti intermitentne terapije su povećanje tkivne perfuzije inaktivacijom kapilarne autoregulacije i omogućavanjem odmora proliferativnim stanicama između ciklusa staničnog dijeljenja. Kontinuirana terapija je indicirana kod jake sekrecije i kod rana koje zahtijevaju stabilizaciju struktura (npr. stanje nakon sternotomije). Prolongirana kontinuirana terapija negativnim tlakom može blokirati mitozu.

### **Tlačni vrijed – dekubitus**

Kao filer preporuča se spužva, ali je moguća i kombinacija s gazom. Indikacije su dekubitus III. i IV. stupnja, dekubitusi s podminiranim rubovima i postojanjem džepova, te kao priprema za kirurški zahvat.

### **Venski ulkus**

Kod venskog ulkusa metoda izbora je kompresivna terapija uz adekvatnu primjenu potpornih obloga. Ako nema rezultata može se razmatrati uporaba negativnog tlaka kao druge linije terapije. Primarni ciljevi terapije negativnim tlakom kod venskih ulkusa su priprema za kirurško zatvaranje vrijeda (slobodni kožni presadak), terapija edema i eksudata, te mehanizam otponca (*trigger*) za stvaranje granulacija.

### **Dijabetičko stopalo**

Negativni tlak se može aplicirati kod dijabetičkog stopala nakon agresivnog i minucioznog debridmana koji uključuje odstranjenje nekroza i fibrinskih naslaga, otvaranje podminiranih dijelova i sinusa, eksponiranje vitalne kosti i, razumije se, nakon adekvatne hemostaze. Primjena negativnog tlaka je indicirana kao „*advanced wound care*“ terapija kod *Texas grade* 3 i 4 dijabetičkog stopala bez ishemije, dok se ne dobije čisto i zdravo dno rane, dok se ne prekrije eksponirana kost, te do trenutka kada dno rane dozvoljava promjenu terapije (potporne obloge, kožni presadak, dermalni supstitut). Kao filer za ranu najčešće se koristi spužva.

### **Arterijski ulkusi**

Terapija se ne preporuča kod arterijskih ulkusa zbog neadekvatne lokalne perfuzije tkiva i zbog mogućnosti pogoršanja lokalne ishemije tkiva. Osim toga, pozitivni učinci, ako i nastanu, su samo tranzitorni.

### **TROŠAK I KORIST (COST-BENEFIT)**

Rađeno je više studija odnosa troška i učinka (*cost-benefit*) između pojedinih metoda liječenja kroničnih rana (npr. klasičnog previjanja i previjanja potpornim oblogama).

Harding i sur. su 2000. g. prikazali da na potporne obloge u terapiji dekubitusa otpada između 4 % i 29 % ukupnih troškova liječenja bolesnika s dekubitusom (29). Smith je u svom radu (2004. g.) prikazao komparaciju između terapije dekubitusa negativnim tlakom i tretmana alginatima i hidrokoloidima (31). U zaključku navodi da je 93 % rana tretirano negativnim tlakom zacijelilo u komparaciji sa 63 % rana tretiranih hidrokoloidima ( $p < 0,002$ ). Većina rana tretiranih negativnim tlakom pokazala je zadovoljavajuće znakova cijeljenja unutar 4 tjedna, naspram 10 tjedana u bolesnika koji su tretirani alginatima i hidrokoloidima. Schwein i sur. su 2005. g. dokazali da je vrijeme hospitalizacije statistički značajno manje kod bolesnika tretiranih negativnim tlakom naspram drugim metodama ( $p < 0,5$ ) (31). Novinščak i sur. (2010. g.) uspoređuju klasične metode lokalnog prevoja (D), prevoja potpornim oblogama (M) i negativnim tlakom (NPWT) kod dijabetičkog stopala, te ukazuju na činjenicu da postoji statistički značajna razlika u količini prevoja između klasičnih metoda i terapije negativnim tlakom (D 48, M 28, NPWT 10), redukcija volumena rane (D 45 %, M 85 %, NPWT 95 %), zacijeljenje rane u razdoblju od 2 mjeseca (D 50 %, M 75%, NPWT 90%) sa statistički značajnom razlikom zacijeljenja kod terapije negativnim tlakom ( $p < 0,001$ ) (32).

### **ZAKLJUČAK**

Mehanizmi djelovanja negativnog tlaka na ranu pozitivno djeluju na cijeljenje rane. Radi se o potpornoj metodi liječenja koja se koristi uz sve ostale standardne metode (kirurško liječenje, liječenje osnovne bolesti, liječenje infekcije). Terapija negativnim tlakom, kada je ispravno indicirana i primijenjena, postaje izvanredno vrijedna pomoćna metoda kako za kliničara, tako i za bolesnika. Terapija negativnim tlakom ima dosta prednosti naspram konvencionalnog liječenja kronične rane, uključujući jednostavnost samog postupka i pojednostavljenje njege bolesnika (primarno zbog smanjenja učestalosti previjanja, kao i izolacije rane od okoline), poboljšanja i ubrzanja tijeka cijeljenja rane, pa sve do smanjenja broja i kompleksnosti sekundarnih kirurških postupaka. Terapija je primjenjiva u bolničkim uvjetima, u ambulantnim uvjetima i kod kuće. Dokazano je da se radi o sigurnoj metodi liječenja s izvanrednim rezultatima i evidentnim *cost-benefit*-om.

### **LITERATURA**

1. Banwell P, Teot L. Topical Negative Pressure (TNP) Therapy. First international topical negative pressure (TNP) therapy focus group meeting proceedings. London: TXP Communications, 2004.
2. Fleischmann W, Strecker W, Bombeli M, Kinzl L. Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures. *Unfallchirurg* 1993; 6: 488-92.



3. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EL i sur. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic fundation. *Ann Plast Surg* 1997; 38: 553-62.
4. Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 250: 8-26.
5. Saxena V, Hwang CW, Huang S i sur. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg* 2004; 114: 1086-96.
6. Greene AK, Puder M, Roy R i sur. Microdeformational wound therapy; effects on angiogenesis and matrix metalloproteinases in chronic wounds of 3 debilitated patient. *Ann Plast Surg* 2006; 56: 48-22.
7. Fabian TS, Kaufman HJ, Lett ED i sur. The evaluation of subatmospheric pressure and hiperbaric oxygen in ischemic full-thickness wound healing. *Am Surg* 2000; 66: 1136-43.
8. Gustafsson RI, Sjorgen J, Ingemansoon R. Deep sternal wound infection: a sternal-sparing technique with vacuum-assisted closure therapy. *Ann Thorac Surg* 2003; 79: 2048-53.
9. Stechmiller JK, Kilapadi DV, Chidress B i sur. Effect of vacuum-assisted closure therapy on the expression of cytokines and proteases in wound fluid of adults with pressure ulcer (letter to editor). *Wound Rep Regen* 2006; 14: 371-74.
10. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997; 38: 6563-76.
11. Meara JG, Marks MW, Argenta LC, Genecov DG. Vacuum-assisted closure for the treatment of degloving injuries. *Plast Reconstr Surg* 1999; 104: 2145-8.
12. Mendez-Eastman S. Use of hyperbaric oxygen and negative pressure therapy in multidisciplinary care of a patient with nonhealing wounds. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 1999; 26: 67-76.
13. Colier. Know-how: A guide to vacuum assisted closure (VAC). *Nurs Times* 1997; 93: 32-3.
14. Deva AK, Siu C, Nettle WJ. Vacuum-assisted closure of a sacral pressure sore. *J Wound Care* 1997; 6: 311-2.
15. Hartnett JM. Use of vacuum-assisted closure in three chronic wounds. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 1998; 25: 281-90.
16. Baynham SA, Kohlman P, Katner HP. Treating stage IV pressure ulcer with negative pressure therapy: a case report. *Ostomy Wound Manage* 1999; 45: 28-32.
17. Greer SE, Duthie E, Cartolano B, Koehler KM, Maydick-Youngberg D, Longaker MT. Technique for applying subatmospheric pressure dressing to wound in difficult regions of anatomy- *J Wound Ostomy Continence Nurs* 1999; 26: 250-3.
18. Huljev D, Kučičec-Tepeš N. Necrotizing Fasciitis of the Abdominal Wall as a Postoperative Surgical Complication: A Case Report. *Wounds* 2005; 17: 169-77.
19. Smith LA, Backer DE, Chase CW, Somberg LB, Brock WB, Burns RP. Vacuum pack technique of temporary abdomen closure: a four year experience. *Am Surg* 1997; 63: 1102-7.
20. Obdeijn MC, de Lange MY, Lichtendahl DH, Boer XJ. Vacuum-assisted closure in the treatment of poststernotomy mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 2358-60.
21. Tang AT, Ohri SK, Haw MP. Vacuum-assisted closure to treat deep sternal wound infection following cardiac surgery. *J Wound Care* 2000; 68: 2358-60.
22. Bauer P, Schmidt G, Partecke BD. Possibilities of preliminary treatment of infected soft tissue defects by vacuum sealing and PVA foam. *Handchir Microchir Plast Chir* 1998; 30: 20-3.
23. Avery C, Pereira J, Moody A, Whitworth I. Clinical experience with the negative pressure wound dressing. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2000; 38: 343-5.
24. Thomas S. An introduction to the use of vacuum assisted closure. *World Wide Wounds*. Bridgend, Wales, UK: Surgical Materials Testing Laboratory, 2001. 2001.
25. Huljev D, Gajić A, Gverić T, Kecelj-Leskovec N, Triller C. Uloga terapije negativnim tlakom u tretmanu kroničnih rana. *Acta Med Croatica* 2012; 66: 59-64.
26. Huljev D, Novinščak T, Gverić T, Oberhofer D, Triller C. NPWT – terapija negativnim tlakom. *Acta Med Croatica* 2011; 65: 81-6.
27. Huljev D. Terapija negativnim tlakom u liječenju dekubitusa. *Acta Med Croatica* 2008; 62: 69-74.
28. Huljev D. Uloga terapije negativnim tlakom u liječenju potkoljeničnog vrijeda. *Acta Med Croatica* 2009; 63: 91-6.
29. Harding K, Cutting K, Price P. The cost-effectiveness of wound management protocols of care. *Br J Nurs* 2000; 9: 6-24.
30. Smith N. The benefits of VAC therapy in the treatment of pressure ulcers. *Br J Nurs* 2004; 13: 1395-65.
31. Schwein T, Gilbert J, Lang C. Pressure ulcer prevalence and the role of negative pressure wound therapy in home health quality outcomes. *Ostomy Wound Manage* 2005; 51: 47-60.
32. Novinščak T, Žvorc M, Trojko S, Jozinović E, Filipović M, Grudić R. Usporedba troškova i koristi (cost-benefit) triju načina liječenja dijabetičkog vrijeda: suhim prevojem, vlažnim prevojem i negativnim tlakom. *Acta Med Croatica* 2010; 64: 113-15.

SUMMARY

NEGATIVE PRESSURE THERAPY – SUPPORTIVE METHOD IN CHRONIC WOUND TREATMENT

D. HULJEV

*Sveti Duh University Hospital, University Department of Surgery,  
Center for Cosmetic and Reconstructive Surgery, Zagreb, Croatia*

Negative pressure wound therapy is one of the supportive options for chronic wound treatment. Good results have been reported in increasing angiogenesis, improving blood flow in the wounds, decreasing edema, regulating moist environment, granulation tissue stimulation and wound retraction. In addition, there is significant reduction in bacterial burden and in the amount of harmful products (exotoxins, endotoxins, cytokines and matrix metalloproteinases) in the wound. The healing time for chronic wounds is reduced in comparison with other conservative treatments.

**KEY WORDS:** negative pressure wound therapy, chronic wounds